

**AFPP – DIXIÈME CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LES RAVAGEURS EN AGRICULTURE
MONTPELLIER – 22 ET 23 OCTOBRE 2014**

**COUPLER SAVOIRS ACADEMIQUES ET METHODES INFORMATIQUES
POUR MIEUX ORIENTER LES OBSERVATIONS DE TERRAIN**

P. SILVIE^(1, 2,), P. MARTIN^(1,3), A. GUTIERREZ⁽³⁾, R. DRIEU⁽⁴⁾, P. MARNOTTE⁽¹⁾

⁽¹⁾CIRAD, UPR AïDA, F-34398 Montpellier Cedex 5 (France), pierre.silvie@cirad.fr

⁽²⁾IRD. UR 072. Laboratoire Évolution, Génomes et Spéciation. F-91405 Orsay Cedex (France),

⁽³⁾UMR LIRMM (CNRS – Université de Montpellier), F-34095 Montpellier Cedex 5 (France)

⁽⁴⁾Montpellier SupAgro, F-34060 Montpellier

RÉSUMÉ

La lutte biologique par conservation ou par renforcement de la régulation par les ennemis naturels apparaît comme une stratégie économiquement adaptée au contexte de l'agriculture des pays d'Afrique sub-saharienne. Une question posée est celle de l'identification des plantes-hôtes des ravageurs des cultures et de leurs parasitoïdes dans les habitats naturels. Le cas des lépidoptères foreurs des céréales a été abordée dans un bas-fonds au Bénin. Les lépidoptères ravageurs identifiés ont été *Sesamia calamistis*, *Busseola fusca*, *Mussidia nigrivenella*, *Coniesta ignefusalis* et *Thaumatotibia leucotreta*. Afin de mieux orienter les observations de terrain sur leurs plantes-hôtes secondaires et leurs parasitoïdes, une base de données a été constituée à partir des travaux publiés. Les informations ainsi recueillies, croisées avec les relevés floristiques, indiquent les espèces à observer prioritairement, les Poacées des genres *Hyparrhenia* et *Pennisetum* et les espèces *Sporobolus pyramidalis* et *Rottboellia cochinchinensis*.

Mots-clés : foreurs, céréale, Bénin, lutte biologique, conservation.

ABSTRACT

COMBINING ACADEMIC KNOWLEDGE AND COMPUTER TECHNIQUES TO ENHANCE FIELD STUDY TARGETING

Biological control through conservation agriculture or enhanced control via natural enemies are cost-effective strategies suitable for implementation in farming conditions of sub-Saharan African countries. One issue concerns the identification of host plants of crop pests and their parasitoids in natural habitats. The situation regarding cereal stem borers identified in lowland regions in Benin was investigated. The lepidopteran pests identified were *Sesamia calamistis*, *Busseola fusca*, *Mussidia nigrivenella*, *Coniesta ignefusalis* and *Thaumatotibia leucotreta*. A database was compiled from published findings to better target field studies on their secondary host plants and parasitoids. The information collected, compared with plant survey data, indicated that the Poaceae species *Sporobolus pyramidalis* and *Rottboellia cochinchinensis*, and species belonging to the *Hyparrhenia* and *Pennisetum* genera should be monitored in priority.

Keywords: conservative biological control, moth borers, cereal, Benin.

INTRODUCTION

La conservation des ennemis naturels d'un ravageur (concept de lutte biologique de -ou par - conservation, en anglais 'Conservative Biological Control' - CBC) ou le renforcement de leur action de régulation par des aménagements de leurs habitats nécessite une bonne connaissance de la biologie de ces organismes. En Europe, la présence des haies ou l'aménagement des bordures des champs cultivés peuvent ainsi permettre le maintien ou l'augmentation de populations d'insectes prédateurs (Marshall & Moonen, 2002) ou parasitoïdes de ravageurs (Macfadyen & Muller, 2013).

L'application de ce concept apparaît particulièrement bien adaptée dans le contexte de l'agriculture familiale des pays d'Afrique sub-saharienne. En effet, l'usage de pesticides de synthèse pose le problème des risques sanitaires pour la santé des producteurs, souvent non avertis, et pour l'environnement. De plus, le coût des formulations de synthèse souvent importées est une forte contrainte à supporter dans le contexte de production des petits agriculteurs africains.

En régions tropicales, les relations trophiques qui existent entre les plantes hôtes cultivées, leurs bioagresseurs et les ennemis naturels de ces derniers sont généralement bien établies. En revanche, ces relations sont moins connues dans le cas des plantes-hôtes non cultivées des habitats naturels ou semi-naturels. Pourtant ces plantes peuvent *a priori* permettre la survie d'un ravageur et/ou de ses ennemis naturels en dehors des cultures. L'établissement des relations trophiques est donc une information essentielle pour envisager des actions adaptées pour le maintien des ennemis naturels ou le renforcement de leur effet de régulation biologique.

Quelques exemples de mise en oeuvre du concept CBC existent en zones tropicales. Ainsi, en Asie, la mise en place de sésame en bordure de rizière permet le renforcement de l'action de parasitisme des œufs d'un delphacide ravageur du riz (Gurr, 2009). Sur le continent africain, l'intérêt de conserver en bordure de champs de riz la Poaceae *Paspalum scrobiculatum* (= *orbiculare*) a été documenté au Nigeria. Cette plante héberge le diptère *Orseolia bonzii*, qui est l'hôte d'un parasitoïde qui limite les populations de *Orseolia oryzivora*, grand ravageur du riz dans ce pays (Nwilene *et al.*, 2008).

En Afrique les lépidoptères foreurs de tiges de céréales sont considérés comme d'importants ravageurs (Polaszeck & Delvare, 2001 ; Kfir *et al.*, 2002). En dehors des plantes-hôtes cultivées, de nombreuses espèces appartenant aux familles des Poaceae, des Cyperaceae et des Typhaceae sont connues pour être des hôtes de ces différentes espèces de foreurs (Le Ru *et al.*, 2006 ; Omwega *et al.*, 2006).

L'aménagement de l'habitat par la mise en oeuvre de la stratégie de détournement stimulo-dissuasif, dite méthode 'push-pull' (Cook *et al.*, 2007), a été particulièrement étudiée puis appliquée au Kenya (Zhang *et al.*, 2013). Elle est basée sur une attraction des ravageurs visés, des lépidoptères foreurs de tiges du maïs comme *Chilo partellus*, vers d'autres plantes-hôtes cultivées en bordure de champ, comme les Poaceae *Pennisetum purpureum*, *Panicum maximum*, *Sorghum vulgare sudanense* ou, plus récemment, d'un hybride de *Brachiaria brizantha* et *B. ruziziensis*, le cultivar 'Mulato', davantage résistant à la sécheresse (Chidawanyika *et al.*, 2014).

Un effet répulsif des mêmes foreurs est obtenu grâce à la culture de légumineuses fourragères du genre *Desmodium* (e.g. *D. intortum*) entre les lignes de maïs ou de sorgho. Ces dernières plantes ont un rôle attractif vis-à-vis des ennemis naturels des lépidoptères foreurs (Midega *et al.*, 2009).

Au Bénin (Afrique de l'Ouest), ce groupe de ravageurs a surtout été étudié au sud du pays (Setamou & Schulthess, 1995 ; Schulthess *et al.*, 2001 ; Adda *et al.*, 2009 ; Gounou *et al.*, 2009). Cette zone comprend deux saisons des pluies séparées par deux petites saisons sèches. Une étude a donc été entreprise dans la région nord-ouest de ce pays, au village de Pélébina à 450 km de Cotonou, dans une région qui ne comprend qu'une seule saison des pluies (entre mai-juin et octobre-novembre), avec une moyenne annuelle de 1325 mm de précipitations. La finalité de cette étude débutée en juillet 2013 a été décrite par ailleurs (Drieu *et al.*, 2014). Les céréales (maïs, sorgho et riz) cultivées dans un des bas-fonds

ont été prioritairement observées en saison des pluies, mais pour mieux cibler les échantillonnages à réaliser en saison sèche et éviter une observation exhaustive de toutes les plantes-hôtes potentielles appartenant aux familles des Poaceae et des Cyperaceae, deux questions étaient posées :

- i) quelles sont les espèces végétales qui peuvent héberger des insectes foreurs tels que les chenilles détectées dans les céréales cultivées ?
- ii) quelles sont espèces végétales susceptibles d'héberger des parasitoïdes de chenilles des céréales cultivées ?

Afin de répondre à ces questions et de mieux orienter les échantillonnages et les observations de terrain vers ces plantes-hôtes potentielles, l'utilisation des savoirs académiques a été recherchée, en les explorant avec des méthodes informatiques, à partir des données déjà connues sur le terrain (espèces végétales et foreurs rencontrés).

MATERIEL ET MÉTHODES

IDENTIFICATION DES ESPECES DE FOREURS PRESENTS DANS LE MILIEU

Les espèces de lépidoptères foreurs de tiges ou d'épis de maïs et de tiges de sorgho, ont été identifiées à partir de l'observation de la morphologie et des *genitalia* des adultes. Ces derniers ont été obtenus après mise en observation des chenilles rencontrées directement dans les végétaux (maïs, sorgho), ou par capture dans des pièges à phéromone équipés de capsules de marque Pherobank®. La plupart des Noctuidae ont été envoyés à l'Icipe, au Kenya, et identifiés par Boaz Musyoka (Icipe) et B. Le Rü (IRD). Les autres insectes ont été identifiés au Cirad à Montpellier.

IDENTIFICATION DES ESPECES DE POACEAE ET CYPERACEAE

Afin de caractériser la flore non cultivée de l'ensemble du bas-fond, les observations ont porté sur les zones de jachère. La composition floristique a été déterminée au début du mois d'octobre 2013, au moment de la fin du cycle de culture du riz. Vingt-sept (27) relevés floristiques ont été effectués par le conservateur de l'Herbier National du Bénin(Hounnankpon Yedomonhan). Chaque espèce a été pondérée selon son recouvrement dans chacun des sites observés. La flore des graminées et des cypéracées a été analysée sur la base de la fréquence (nombre de relevés dans lesquels l'espèce est présente) et du recouvrement local des espèces rencontrées. Le recouvrement local correspondant à la somme des recouvrements d'une espèce divisée par sa fréquence ; ce calcul met en évidence les espèces rares, qui ont un fort recouvrement quand elles sont présentes. En pratique, pour l'exploration des données, toutes les espèces identifiées ont été retenues.

ETABLISSEMENT DES RELATIONS TROPHIQUES

Un 'tableau des relations' a été construit sous Excel à partir des savoirs académiques disponibles dans divers supports écrits publiés au cours des 50 dernières années : publications scientifiques spécifiques à une région d'Afrique (e.g. Le Rü *et al.*, 2006 ; Mailafiya *et al.*, 2011 pour l'Afrique de l'Est ; Ndemah *et al.*, 2007 pour le Cameroun, en Afrique du Centre; Gounou *et al.*, 1994 pour l'Afrique de l'Ouest, Van den Berg *et al.*, 2001 pour l'Afrique australe), numéros spéciaux de revues sur les foreurs (*Insect science and its application*, numéros de 1983, 1990, 1997 et 2001, Annales de la société entomologique de France, 2006 (42)), chapitres d'ouvrages et ouvrages (Polaszek & Delvare, 2001 ; Holloway, 2001) (liste non exhaustive).

Ce tableau des relations, en construction permanente au gré des nouveaux apports bibliographiques, comprend actuellement 2864 lignes ou enregistrements. Chaque enregistrement indique le lien trophique existant entre une plante-hôte, un insecte ravageur et un ennemi naturel de celui-ci

(prédateur, parasitoïde, organisme entomopathogène), le ou les pays ou régions signalés dans le document analysé, le nom de l'auteur principal et l'année de la référence consultée. Lorsqu'un cas de parasitisme ou de prédation est signalé et que la plante sur laquelle a eu lieu cette interaction entre ravageur et ennemi naturel est mentionnée, cette plante est indiquée dans une colonne dédiée.

Pour répondre aux deux questions initialement posées, le couplage (ou croisement) des informations du tableau ainsi dressé a été fait en considérant, d'une part les insectes foreurs présents et, d'autre part, les espèces de Poaceae et de Cyperaceae identifiées à Pélébina. La méthode des graphes conceptuels (Chein & Mugnier, 2009) a été implémentée dans le logiciel Cogui (Chein *et al.*, 2013) avec les plantes présentes à Pélébina. Cette méthode a permis d'illustrer les liens trophiques entre plante et insectes (foreurs et leurs ennemis naturels), visualisation déclinée ensuite sous la forme de listes des espèces de plantes recherchées.

RESULTATS

Foreurs des céréales

Le tableau I présente les diverses espèces de lépidoptères identifiées et reconnues comme foreurs de tiges ou d'épis. Des dégâts ont été observés sur le riz mais aucun foreur identifié à ce jour. Le piège à phéromone de *Maliarpha separatella* (Pyralidae) n'a pas permis de capturer cet insecte à Pélébina. Parmi les adultes capturés dans les pièges à phéromone ont été également identifiées les espèces *Spodoptera littoralis* et *Leucania* (= *Mythimna*) *loreyi* (Noctuidae), qui ne sont pas des foreurs.

Tableau I : Espèces identifiées dans le bas-fonds rizicole de Pélébina (Bénin) au cours du second semestre 2013. *Species identified in the Pélébina lowland rice-growing area during the second half of 2013*

Familles et espèces présentes dans le bas-fonds	Plante-hôte (organe attaqué)
Noctuidae <i>Busseola fusca</i> ⁽¹⁾ <i>Sesamia calamistis</i> ⁽¹⁾	Maïs (tige, épi) Maïs (tige, épi)
Crambidae <i>Coniesta ignefusalis</i>	Sorgho (tige), Maïs (tige)
Pyralidae <i>Mussidia nigrivenella</i>	Maïs (épi)
Tortricidae <i>Thaumatotibia leucotreta</i>	Maïs (épi)

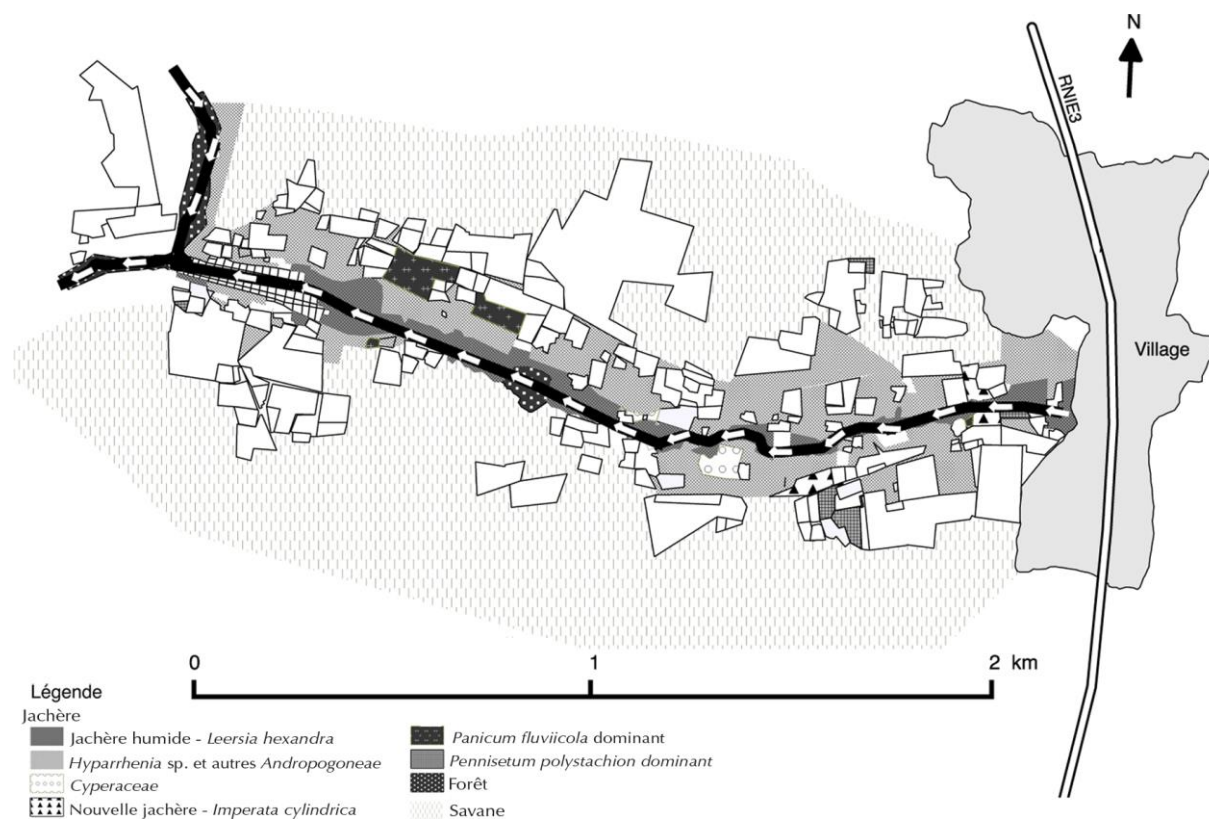
⁽¹⁾ Espèce également capturée dans les pièges à phéromone

Les Lépidoptères foreurs dominants, en 2013, retenus pour la recherche des plantes –hôtes sont les espèces *Sesamia calamistis*, *Busseola fusca* et *Coniesta ignefusalis*.

Poacées et Cypéracées présentes

Le bas-fonds rizicole de Pélébina comprend différentes zones de jachères qui présentent des espèces végétales dominantes (Fig.1).

Figure 1 : Localisation des différentes zones à Poacées et Cyperacées dans le bas-fonds rizicole de Pélébina (Bénin) (octobre 2013) Location of the different areas where Poaceae and Cyperaceae species prevailed in the Pélébina lowland rice-growing area (Bénin)



En zones humides au centre du bas-fond, la flore observée correspond aux espèces supportant l'inondation comme *Mitragyna inermis* ou *Raphia hookeri* pour les ligneux et les plantes herbacées typiques telles que *Leersia hexandra*, *Cyperus haspan*, *Sacciolepis africana*, ou encore des espèces comme *Melochia corchorifolia*, *Spermacoce filifolia*.

En zones plus sèches sur les bordures du bas-fond, la flore compose une savane plus ou moins arborée avec des grands arbres comme *Vitellaria paradoxa* (karité), *Daniellia oliveri*, *Parkia biglobosa* (nééré) ou *Pterocarpus erinaceus* ; les arbres cultivés se retrouvent également en abondance : *Elaeis guineensis* (palmier à huile), *Anacardium occidentale* (noix de cajou) ou *Tectona grandis* (teck) ; certains arbustes peuvent être bien représentés (avec une fréquence élevée) comme *Entada africana*, *Sarcocephalus latifolius*, *Piliostigma thonningii*, *Annona senegalensis*, *Detarium microcarpum* ou *Bridelia ferruginea*. Parmi les plantes herbacées, les grandes graminées couvrent la strate inférieure : *Pennisetum polystachion*, *Hyparrhenia involucrate*, *Andropogon tectorum*, *Panicum fluviicola*, *Rottboellia cochinchinensis*, *Andropogon pseudapricus*, *Hyperthelia dissoluta*, etc. ; *Imperata cylindrica* présente des populations parfois très denses (recouvrement de 80 %), de même que *Pennisetum polystachion* ou *Paspalum scrobiculatum*.

Les tableaux II et III présentent le résultat des analyses floristiques effectuées dans les différentes parties du bas-fond, haute (exondée) et basse (inondée), selon les familles botaniques.

Tableau II : Espèces de Cyperacées recensées à Pélébina selon les zones et classement par fréquence et recouvrement. *Cyperaceae species identified in the Pélébina area according to zones and ranked by frequency and coverage.*

	parties exondées		parties inondées	
	Fréquence	Recouvrement local	Fréquence	Recouvrement local
<i>Cyperus difformis</i> L.			faible	moyen
<i>Cyperus haspan</i> (= <i>halpan</i>) L.	faible	faible	moyen	fort
<i>Cyperus sphacelatus</i> Rottb.	faible	faible		
<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl	faible	faible		
<i>Fuirena ciliaris</i> (L.) Roxb.			faible	faible
<i>Kyllinga erecta</i> Schum.	faible	faible		
<i>Lipocarpa prieriana</i> Steud.			faible	faible
<i>Mariscus</i> sp.	faible	faible		
<i>Scleria depressa</i> (C.B.Clarke) Nelm	faible	moyen		

Tableau III : Espèces de Poacées recensées à Pélébina selon les zones et classement par fréquence et recouvrement. *Poaceae species identified in the Pélébina area according to zones and ranked by frequency and coverage.*

	parties exondées		parties inondées	
	Fréquence	Recouvrement local	Fréquence	Recouvrement local
<i>Acroceras zizanioides</i> (Kunth) Dandy			faible	faible
<i>Andropogon gayanus</i> Kunth	moyenne	faible		
<i>Andropogon pseudapricus</i> Stapf	faible	fort		
<i>Andropogon tectorum</i> Schum. & Thonn.	moyenne	fort	faible	faible
<i>Chasmopodium caudatum</i> (Hack.) Stapf	faible	faible		
<i>Ctenium elegans</i> Kunth	faible	moyen		
<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	faible	fort		
<i>Hackelochloa granularis</i> (L.) Kuntze ⁽¹⁾	faible	moyen		
<i>Hyparrhenia involucrata</i> Stapf	moyenne	fort		
<i>Hyperthelia dissoluta</i> (Nees ex Steud.) W.D.Clayton	moyenne	moyen		
<i>Imperata cylindrica</i> (L.) Raeusch	moyenne	fort		
<i>Leersia hexandra</i> Sw.	faible	faible	élevée	moyen
<i>Loudetia simplex</i> (Nees) C.E.Hubb.	faible	faible		
<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka ⁽²⁾	faible	faible		
<i>Panicum fluviicola</i> Steud.	moyenne	fort		
<i>Panicum pansum</i> Rendle	moyenne	faible		
<i>Paspalum scrobiculatum</i> L. ⁽³⁾	moyenne	fort	moyen	faible
<i>Pennisetum pedicellatum</i> Trin.	faible	faible		
<i>Pennisetum polystachion</i> (L.) Schult.	élevée	fort		
<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) W.Clayton ⁽⁴⁾	moyenne	fort		
<i>Sacciolepis africana</i> C.E.Hubb & Snowden			moyen	faible
<i>Schizachyrium brevifolium</i> (Sw.) Nees ex Buse	faible	faible	faible	moyen
<i>Sporobolus pyramidalis</i> P.Beauv.	faible	moyen		

⁽¹⁾ syn. *Mnesithea granularis* (L.) de Koning & Sosef

⁽²⁾ syn. *Rhynchelytrum repens* (Willd.) C.E.Hubb

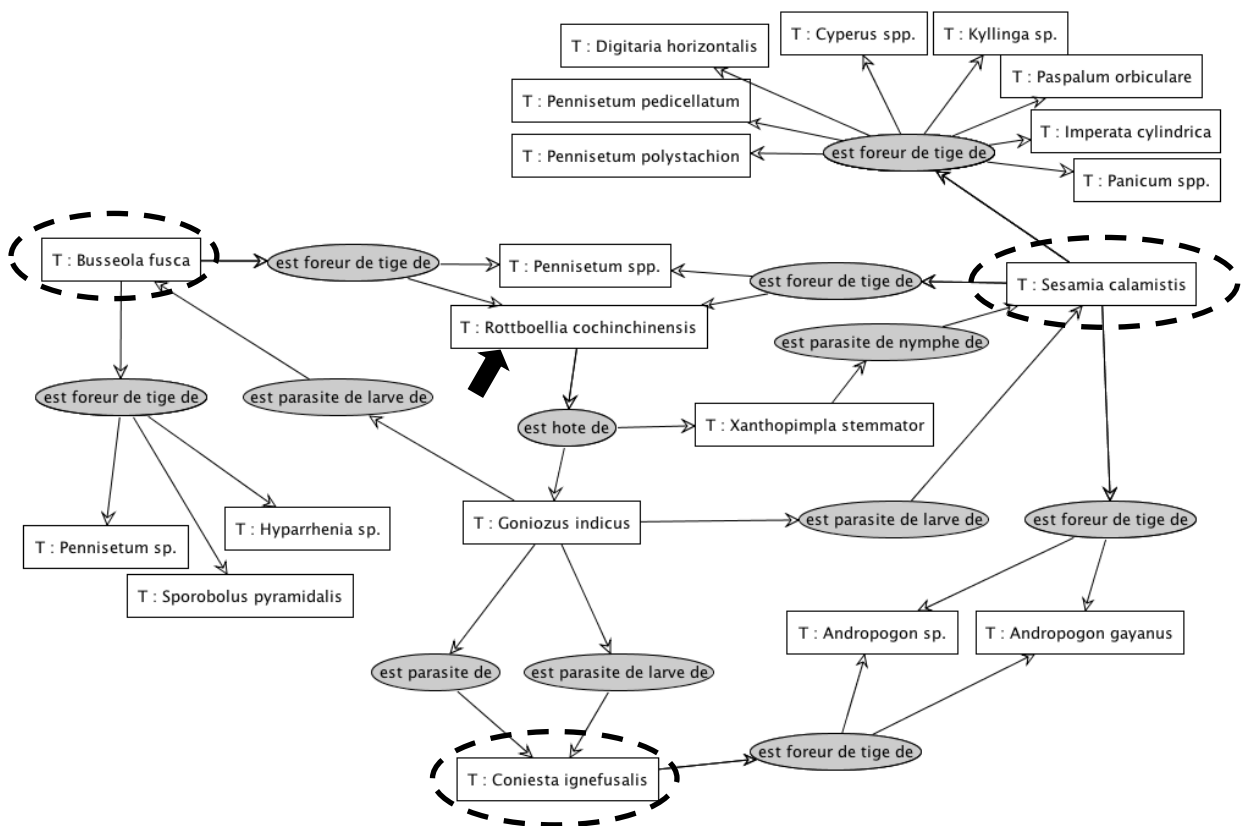
⁽³⁾ syn. *Paspalum orbiculare* G.Forst.

⁽⁴⁾ syn. *Rottboellia exaltata* (L.) L f.

Croisement des informations et plantes à observer prioritairement

La représentation graphique de l'ensemble des données (625 entités taxonomiques, 3462 'relations' ou liens trophiques) étant impossible à lire, seul un extrait est présenté ici. La figure 2 illustre les liens trophiques existant entre les diverses entités taxonomiques indiquées dans les rectangles (plantes-hôtes - lettre T, insectes foreurs - encerclés - et leurs parasitoïdes). Les textes inscrits dans les ovales constituent le lien entre les entités et les flèches précisent le sens de lecture. Ainsi il est possible de lire que '*B. fusca* est foreur de tiges de *Pennisetum* sp., *Hyparrhenia* sp. et *Sporobolus pyramidalis*', espèces du tableau des relations présentes à Pélébina. Les plantes-hôtes cultivées ne sont pas indiquées dans cette représentation.

Figure 2 : Représentation graphique (logiciel Cogui) des interactions entre *S. calamistis*, *B. fusca* et *C. ignefusalis* et leurs plantes-hôtes. *Graphic representation (Cogui software) of interactions between S. calamistis, B. fusca and C. ignefusalis and their host plants.*



Sesamia calamistis est l'espèce qui comporte le plus de plantes-hôtes potentielles à Pélébina tandis que *Coniesta ignefusalis* ne sera potentiellement recensée, d'après les données de la littérature, que sur le genre *Andropogon* (cf. tableau IV), en dehors du sorgho cultivé. Le tableau IV indique les plantes-hôtes susceptibles d'héberger plus d'une espèce de foreur (genres *Andropogon*, *Pennisetum* et espèce *Rottboellia cochinchinensis*). D'après les données actuelles recensées à Pélébina, il n'y a pas d'espèce végétale pouvant être potentiellement exploitée par les trois espèces de foreurs.

Pour augmenter les chances d'observer une des trois espèces d'insectes foreurs de tiges détectées en début de campagne à Pélébina, il faudrait donc privilégier les observations sur les espèces végétales de la liste indiquée au tableau IV.

La figure 2 permet également d'identifier les plantes hébergeant (indirectement) des parasitoïdes de foreurs. Une seule Poaceae, *R. cochinchinensis* (flèche sur la figure 2), pourrait jouer ce rôle à Pélébina, d'après les connaissances actuelles. En effet, elle peut, d'après les données enregistrées dans le tableau

des relations, être hôte de *Goniozus indicus* (Hymenoptera : Bethyridae) et de *Xanthopimpla stemmator* (Hymenoptera : Ichneumonidae), espèces respectivement parasitoïdes de chenille de *B. fusca* et de chrysalide de *S. calamistis*. De fait, un adulte du genre *Xanthopimpla* a bien été retrouvé dans le milieu sans qu'il ne soit possible de localiser précisément son hôte (Drieu, com. pers.).

Tableau IV : Espèces de Poacées et de Cyperacées à observer prioritairement en intersaison pour espérer détecter des larves de foreurs. *Poaceae and Cyperaceae species to monitor in priority in the offseason for potential detection of stemborer larvae*

Genres ou espèces	<i>B. fusca</i>	<i>S. calamistis</i>	<i>C. ignefusalis</i>
<i>Andropogon gayanus</i>			
<i>Andropogon</i> sp.			
<i>Cyperus</i> spp.			
<i>Digitaria horizontalis</i>			
<i>Hyparrhenia</i> sp.			
<i>Panicum</i> spp.			
<i>Paspalum scrobiculatum</i>			
<i>Pennisetum polystachion</i>			
<i>Pennisetum</i> spp.			
<i>Pennisetum pedicellatum</i>			
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>			
<i>Rynchelytrum repens</i>			
<i>Sporobolus pyramidalis</i>			

DISCUSSION

Pour maintenir ou renforcer la lutte biologique contre les insectes foreurs, il est important de maintenir les espèces végétales qui pourront permettre, grâce aux foreurs-hôtes qu'elles sont susceptibles d'héberger, la présence et la survie des parasitoïdes. De ce point de vue et avec notre approche, une seule espèce végétale a été considérée comme prioritaire à observer, *Rottboellia cochinchinensis*. Ceci est à relier au fait qu'une seule date de relevés floristiques a été réalisée à Pélébina (début octobre 2013), ce qui a pu limiter le nombre d'espèces identifiées présentes dans le milieu.

Une autre explication est liée à la zone climatique. Ainsi, il apparaît qu'au sud du Bénin ou du Nigeria, en région à saison des pluies bimodale, le parasitisme d'un foreur comme *S. calamistis* est plus important (Sétamou & Schulthess, 1995). La survie des parasitoïdes de chenilles en saison sèche reste une question importante à traiter dans la situation de nombreux pays d'Afrique sub-saharienne.

Il est intéressant de noter également que certaines espèces de Poaceae présentes à Pélébina ne sont pas signalées dans le tableau des relations. Ainsi, tout signalement de présence de foreurs dans ces espèces végétales constituera une observation originale.

Les résultats acquis sont liés à la qualité des informations obtenues de la littérature, notamment des identifications précises des plantes et des insectes. Les références bibliographiques récentes, notamment les revues d'articles, sont *a priori* très indiquées pour recenser les liens trophiques.

À cette première étape d'utilisation du tableau des relations, seuls ce type de liens entre les organismes (végétal, foreur ravageur, ennemi naturel) a été employé. À l'avenir il sera possible d'encore mieux discriminer les espèces en employant un 'filtre' portant sur des caractéristiques particulières des conditions écologiques liées à la zone géographique où l'interaction est signalée, comme l'altitude, le régime pluvial etc., à condition que ces informations soient disponibles dans la littérature.

D'autres critères ou 'filtres' supplémentaires pourraient être également envisagés pour améliorer la sélection des plantes-hôtes lorsque la biologie des espèces est bien connue.

Des critères d'ordres botanique ou physiologique, comme la résistance au passage du feu de brousse, ou le diamètre du chaume, pourraient être pris en considération et mentionnés dans le tableau des relations ou une base de données issue de ce tableau. Par exemple, il est possible que les espèces cespitueuses, qui forment de grosses souches pérennes, telles que celles de la sous famille des Andropogoneae (*Andropogon* spp., *Hyparrhenia* spp.) puissent offrir des abris plus sûrs aux insectes, notamment lorsque ces derniers se réfugient à la base de la plante. À l'inverse, si l'espèce *Rottboellia cochinchinensis* disparaît complètement au passage du feu, les insectes présents dans sa tige devraient également être détruits. Le diamètre des plantes pourrait être un second trait à considérer. Ainsi le chaume plus important d'une espèce comme *Andropogon gayanus* offrirait un gîte *a priori* plus favorable au développement des chenilles de taille importante que celui d'une espèce à tige de faible diamètre comme *Leersia hexandra*.

D'après nos résultats les espèces à observer prioritairement sont les Poacées des genres *Hyparrhenia* et *Pennisetum* et les espèces *Sporobolus pyramidalis* et *Rottboellia cochinchinensis*. Cette observation pose la question pratique de leur identification au moment de la saison sèche. En effet, certains espèces telles que *Rottboellia cochinchinensis* sont assez faciles à repérer du fait de l'épaisseur de leur tige et des poils rigides qui la hérissent à la base des pieds. En revanche, pour d'autres espèces, il sera probablement indispensable de les repérer et de les marquer au moment de la floraison, époque à privilégier pour l'identification des Poaceae et des Cyperaceae.

Ces remarques soulignent la nécessité de bien connaître la biologie et la morphologie des plantes-hôtes, leur localisation dans des milieux parfois différents à une faible échelle, comme celle d'un bas-fonds.

CONCLUSION

Les méthodes de représentation graphique et de tri informatique appliquées aux connaissances issues du tableau des relations, d'une part, et aux connaissances acquises sur la présence des plantes et des insectes foreurs à Pélébina d'autre part, permettent de préciser les genres et espèces de plantes à observer de manière prioritaire. La réalisation pratique de ces observations est à adapter aux conditions climatiques de l'intersaison.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient B. Le Rü (IRD/Icipe), Boaz Musyoka (Icipe) et H-P. Aberlenc (CIRAD) pour l'appui aux identifications d'insectes, H. Yedomonhan (Herbier National du Bénin) pour les inventaires floristiques. L'étude a été financée par AfricaRice et le CIRAD.

BIBLIOGRAPHIE

- Adda C., Atachi P., Hell K., Korrie S., Tamo M., 2009 – Effect of planting date on incidence and damage by *Sesamia calamistis* (Lepidoptera: Noctuidae) in maize in southern Benin. *International journal of tropical insect science*, 29, 208-218.
- Chein M., Mugnier M.-L., 2009 - Graph-based Knowledge Representation and Reasoning - Computational Foundations of Conceptual Graphs. Advanced Information and Knowledge Processing Series, Springer, London, 427 p.
- Chein M., Mugnier M.-L., Croitoru M., 2013 - Visual reasoning with graph-based mechanisms: the good, the better and the best. *The Knowledge Engineering Review*, 28, 249-271.
- Chidawanyika F., Midega C.A.O., Bruce T.J.A., Duncan F., Pickett J.A., Khan Z.R., 2014 – Oviposition acceptance and larval development of *Chilo partellus* stemborers in drought-stressed wild and cultivated grasses of East Africa. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 151, 209-217.

Cook S., Khan Z.R., Pickett J.A., 2007 – The use of push-pull strategies in integrated pest management. *Annual Review of Entomology*, 52, 375-400.

Drieu R., Silvie P., Menozzi P., Adda C., Huat J., Auzoux S., Soti V., Goebel R., 2014 - Constraints for studying the management of cereal moth borers with a landscape approach: A case study in North Benin. *IOBC/WPRS bulletin*, 100, 35-39.

Gounou S., Jiang N., Schukthess F., 2009. Long-term seasonal fluctuations of lepidopteran cereal stem borers and their natural enemies on maize and wild host plants in southern Benin. *Insect science*, 16, 329-341.

Gounou S., Schulthess F., Shanower T., Hammond W.N.O., Braima H., Cudjoe A.R., Adjakloe R., Antwi K.K., Olaleye I., 1994 – Stem and ear borers of maize in Ghana. Plant health management research monograph, Number 4, IITA, 23 p.

Gurr G.M., 2009 - Prospects for ecological engineering for planthoppers and other arthropod pests in rice. In: Heong KL, Hardy B eds. Planthoppers: new threats to the sustainability of intensive rice production systems in Asia. Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute, 371-388.

Holloway J.D., 2001 – Famille Noctuidae. In: Les foreurs des tiges de céréales en Afrique. Importance économique, systématique, ennemis naturels et méthodes de lutte. Polaszek & Delvare G. (eds), 81-89.

Kfir R., Overholt W.A., Khan Z.R., Polaszek A., 2002 - Biology and management of economically important lepidopteran cereal stem borers in Africa. *Annual Review of Entomology*, 47, 701-731.

Le Rü B.P., Ong'amo G.O., Moyal P., Ngala L., Musyoka B., Abdullah Z., Cugala D., Defabachew B., Haile T.A., Matama-Kauma T., Lada V.Y., Negassi B., Pallangyo B., Ravololonandrianina J., Sidumo A., Omwega C.O., Schulthess F., Calatayud P.-A., Silvain J.-F., 2006 - Diversity of lepidopteran stem borers on monocotyledonous plants in eastern Africa and island of Madagascar and Zanzibar revisited. *Bulletin of Entomological Research*, 96, 1-9.

Macfadyen S., Muller W., 2013 – Edges in agricultural landscapes: species interactions and movement of natural enemies. *PlosOne* 8 (3): e59659. doi:10.1371/journal.pone.0059659

Mailafiya D.M., Le Rü B.P., Kairu E.W., Dupas S., Calatayud P.-A., 2011 - Parasitism of lepidopterous stem borers in cultivated and cultural habitats. *Journal of Insect Science* 1, 15. Available online: insectscience.org/11.15.

Marshall E.J.P., Moonen A.C., 2002 – Field margins in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 89, 5-21.

Midega C.A.O., Khan Z.R., Van den Berg J., Ogol C.K.P.O., Bruce T.J., Pickett J.A., 2009 – Non-target effects of the 'push-pull' habitat management strategy: parasitoid activity and soil fauna abundance. *Crop Protection*, 28, 1045-1051.

Ndemah R., Schulthess F., Le Rü B., Bame I., 2007 – Lepidopteran cereal stem borers and associated natural enemies on maize and wild grass hosts in Cameroon. *J. Appl. Entomol.*, 131, 658-668.

Nwilene F., Togola A., Agunbiade T.A., Ogah E.O., Ukwungwu M.N., Hamadoum A., Kamara S.I., Dakouo D., 2008 - Parasitoid biodiversity conservation for sustainable management of the African rice gall midge, *Orseolia oryzivora* (Diptera: Cecidomyiidae) in lowland rice. *Biocontrol Science and technology*, 18, 1075-1081.

Polaszek A., Delvare G., 2001 - Les foreurs des tiges de céréales en Afrique. Importance économique, systématique, ennemis naturels et méthodes de lutte. Eds. CIRAD/CTA, Toulouse, 534p.

Schulthess F., Chabi-Olyae A., Goergen G., 2001 – Seasonal fluctuations of noctuid stemborer egg parasitism in southern Benin with special reference to *Sesamia calamistis* Hampson (Lepidoptera: Noctuidae) and *Telenomus* spp. (Hymenoptera: Scelionidae) on maize. *Biocontrol science and technology*, 11, 745-757.

Sétamou M., Schulthess F., 1995 – The influence of egg parasitoids belonging to the *Telenomus busseolae* (Hymenoptera: Scelionidae) species complex on *Sesamia calamistis* (Lepidoptera: Noctuidae) populations in maize fields in southern Benin. *Biocontrol science and technology*, 5, 69-81.

Van den Berg J., Rebe M., De Bruyn J., Van Hamburg H., 2001 – Developing habitat management systems for gramineous stem borers in South Africa. *Insect science and its application*, 21, 381-388.

Zhang Z., Sun, X., Luo, Z., Gao Y., Chen Z., 2013 – The manipulation mechanism of “push-pull” habitat management strategy and advances in its application. *Acta Ecologica Sinica*, 33, 94-101.